

Obsah

1.	Úvod.....	10
2.	Energetická rušení v distribučních a průmyslových sítích	12
2.1.	Kvalita elektrické energie a EMC	12
2.2.	Elektromagnetická kompatibilita (EMC)	13
2.2.1.	Základní pojmy EMC	14
2.2.2.	Kompatibilní úroveň.....	14
2.3.	Rušení a rušivé účinky	15
2.3.1.	Energetická rušení	15
2.4.	Rozdělení elektromagnetických prostředí	17
2.5.	Literatura	18
3.	Vyšší harmonické a interharmonické.....	19
3.1.	Fourierova transformace	19
3.1.1.	Analytické vyjádření Fourierovy transformace	19
3.1.2.	Diskrétní Fourierova transformace	20
3.2.	Analýza složkových soustav vyšších harmonických	22
3.2.1.	Obecně o složkových soustavách.....	22
3.2.2.	Složkové soustavy vyšších harmonických	24
3.3.	Analýza harmonického periodického průběhu	25
3.3.1.	Obecné odvození výkonu harmonického periodického průběhu	25
3.3.2.	Analýza harmonického periodického průběhu v třífázové soustavě	27
3.4.	Analýza harmonického periodického průběhu	30
3.4.1.	Neharmonický periodický průběh.....	30
3.4.2.	Neharmonický periodický průběh v třífázové soustavě.....	33
3.5.	Poměrné hodnoty a celkové činitele zkreslení	37
3.6.	Zdroje vyšších harmonických a jejich šíření v elektrické síti.....	38
3.6.1.	Zdroje vyšších harmonických napětí a proudu	38
3.6.2.	Vliv nelinearit na kmitočtové spektrum.....	39
3.6.3.	Šíření vyšších harmonických v elektrické soustavě.....	40
3.7.	Interharmonické.....	41
3.7.1.	Matematický model napětí	42
3.7.2.	Zdroje interharmonických	43
3.7.3.	Metody analýzy	44
3.8.	Literatura	45
4.	Filtrační zařízení pro potlačení vyšších harmonických.....	46
4.1.	Pasivní filtry	46
4.1.1.	Návrh pasivního filtru.....	48
4.1.2.	Statický VAr kompenzátor SVC	51
4.1.3.	Vliv řídicího úhlu TCR na kmitočtové spektrum proudu	54
4.1.4.	Účinnost pasivních filtrů	58
4.1.5.	Výhody a nevýhody pasivních filtrů	59
4.2.	Aktivní filtry	59
4.2.1.	Aktivní výkonové filtry	60

4.2.2.	Paralelní aktivní filtr	61
4.2.3.	Sériový aktivní filtr	62
4.2.4.	Hybridní aktivní filtry	62
4.3.	Literatura	64
5.	Vznik kolísání napětí v síti, jeho vyhodnocování a měření.....	65
5.1.	Základní pojmy a názvosloví	67
5.2.	Hodnocení míry vjemu blikání	68
5.3.	Problematika měření flickeru.....	70
5.4.	Prostředky pro omezení kolísání napětí	72
5.5.	Napěťová nesymetrie	74
5.5.1.	Zdroje napěťové nesymetrie	75
5.5.2.	Měření a posuzování vlivů napěťové nesymetrie	75
5.5.3.	Přípustné hodnoty napěťové nesymetrie	77
5.5.4.	Opatření ke snížení vlivů napěťové nesymetrie.....	77
5.6.	Literatura	78
6.	Šíření kolísání napětí v síti	79
6.1.	Šíření kolísání napětí mezi sítěmi VVN, VN a NN	79
6.2.	Šíření kolísání napětí ze sítě směrem k pasivní zátěži.....	80
6.3.	Šíření kolísání napětí ze sítě k aktivní zátěži.....	82
6.4.	Šíření kolísání napětí od zátěže.....	85
6.5.	Šíření kolísání napětí v paprskové síti	87
6.6.	Modelový příklad na šíření flickeru	88
6.7.	Literatura	91
7.	Práce elektráren do soustavy	92
7.1.	Dvoustrojový problém	93
7.1.1.	Konstrukce ekvivalentního schématu	93
7.2.	Elektrárny a provoz soustavy	105
7.2.1.	Účast elektráren v podpůrných a systémových službách	105
7.2.2.	Systémové služby (SyS)	106
7.2.3.	Podpůrné služby (PpS)	107
7.2.4.	Podpůrné služby elektráren v řízení P, Q bilancí	111
7.2.5.	Regulace P, f.....	112
7.2.6.	Rozdělení skokové změny činného výkonu	120
7.2.7.	Regulace napětí	124
7.3.	Literatura	129
8.	Synchrofázorová měření a systémy WAMS (Wide Area Monitoring System)	130
8.1.	Úvod	130
8.2.	Měřicí řetězec a přesnosti při měření fázorů.....	131
8.3.	Aplikační možnosti synchrofázorových měření.....	137
8.3.1.	Stabilita provozního stavu	137
8.3.2.	Takensova věta o rekonstrukci atraktoru	150
8.3.3.	Monitoring oscilací	152
8.3.4.	Možnosti určování matice popisující vedení, estimace parametrů vedení ..	153
8.3.5.	Měření a stavové veličiny	157

8.3.6.	Lineární model měření	159
8.3.7.	Hierarchické uspořádání estimací s PMU	163
8.3.8.	Spínání oblastí	173
8.3.9.	Detekce ostrovního režimu	175
8.4.	Architektura systému WAMS	175
8.4.1.	Sběr dat, síť WAN	177
8.4.2.	Práce s daty, ukládání	178
8.4.3.	Výměna dat s ostatními systémy	178
8.4.4.	Lokální automatiky	180
8.5.	Literatura	182
9.	Smart Grids	184
9.1.	Právní rámec smart grids sítí v ČR a EU	184
9.1.1.	Státní energetická koncepce	184
9.1.2.	Aktualizace státní energetické koncepce	184
9.1.3.	Legislativa vztahující se k smart grids sítím v EU	186
9.2.	Smart Grids	187
9.2.1.	Elektroměry	190
9.2.2.	Systém HDO a jeho další využití	193
9.3.	Elektromobilita	194
9.4.	Ukládání energie	195
9.4.1.	Elektrochemické akumulátory	195
9.4.2.	Superkondenzátory	198
9.4.3.	Setrvačníky	198
9.4.4.	Systém uchování stlačeného vzduchu	199
9.4.5.	Palivový článěk	199
9.5.	Literatura	203
10.	Telekomunikační síť pro elektroenergetické systémy	204
10.1.	Komunikace energetických systémů	204
10.2.	Průmyslová síť v oblasti energetických systémů	204
10.3.	Kvalitativní parametry komunikačních sítí	207
10.3.1.	Spolehlivost datové sítě	207
10.4.	Problematika bezpečnosti datových sítí	208
10.4.1.	Bezpečnostní hrozby v průmyslovém prostředí	209
10.5.	Datová komunikace v koncepci smart grid	211
10.5.1.	Standardizace	212
10.6.	Topologie komunikačních sítí	213
10.6.1.	Páteřní segment sítě - WAN	214
10.6.2.	Distribuční segment sítě - MAN	215
10.6.3.	Přístupový segment sítě - LAN	216
10.6.4.	Domácí síť - HAN	217
10.6.5.	Osobní síť - PAN	217
10.6.6.	Propojení komunikační sítě s energetickou soustavou	218
10.7.	Přehled komunikačních technologií	219
10.7.1.	Systémy přenosu dat po optických vláknech	220
10.7.2.	Systémy přenosu dat po metalických vedeních	221
10.7.3.	Bezdrátové přenosové systémy	224
10.8.	Přehled dostupných standardů	227

10.8.1.	Technologie a protokol Ethernet	227
10.8.2.	Rodina protokolů TCP/IP	231
10.8.3.	Průmyslové komunikační standardy	233
10.8.4.	IEEE 2030	234
10.9.	Literatura	235
11.	Dodatky	236
11.1.	Přehled základních principů elektrotechniky.....	236
11.1.1.	Koncepce volby kladných směrů	236
11.2.	Ekvivalence mezi zdroji.....	239
11.2.1.	Princip superpozice.....	240
11.2.2.	Zkratový výkon	241
11.2.3.	Úbytek napětí	242
11.3.	Souřadnicové a složkové systémy v energetice	243
11.4.	Reprezentace poruch ve složkovém systému	243
11.4.1.	Složková schémata základních typů příčných poruch	247
11.5.	Maticové v energetických vztazích	250
11.5.1.	Maticové vyjádření stavu.....	250
11.5.2.	Viděná impedance mezi branami.....	251
11.5.3.	Impedanční změny systému	252
11.6.	Literatura	253